

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 199 09 307 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 09 307.5
㉑ Anmeldetag: 3. 3. 99
㉒ Offenlegungstag: 23. 9. 99

⑤① Int. Cl.⁶:
B 29 C 45/58
B 29 C 45/64
B 29 C 45/76
H 02 K 19/02
H 02 K 9/19
H 02 K 7/10
H 02 K 41/02
G 05 B 13/02
G 08 C 17/02
G 08 C 23/04
B 29 C 49/78
B 29 C 47/92

DE 199 09 307 A 1

⑤⑤ Innere Priorität:
298 05 025. 0 19. 03. 98
198 32 326. 3 17. 07. 98

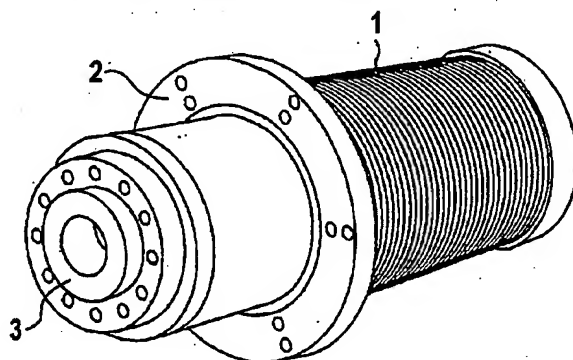
⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Krause, Heribert, Dipl.-Ing., 44536 Lünen, DE;
Schreiber, Jens-Uwe, Dipl.-Ing. (FH), 91058
Erlangen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Produktionsmaschine mit elektrischen Antrieben für den Einsatz in der Kunststoffindustrie

- ⑤⑦ Produktionsmaschine für den Einsatz in der Kunststoffindustrie, wie Kunststoffspritzgießmaschine, Extrusionsmaschine, Blasformmaschine, aufweisend:
- bewegliche Formelemente für die Formgebung eines Kunststoffteils
 - zumindest ein Materialzuführungselement zum Hohlraum der Formelemente
 - einen elektrischen Antrieb für die Bewegung der Formelemente
 - einen elektrischen Antrieb für das Materialzuführungselement
 - einen elektrischen Antrieb für die Bewegung des Materialzuführungselements, wobei zumindest einer der elektrischen Antriebe als elektrischer Direktantrieb ausgebildet ist.



DE 199 09 307 A 1

Die Erfindung betrifft eine Produktionsmaschine für den Einsatz in der Kunststoffindustrie, wie Kunststoffspritzgießmaschinen, Extrusionsmaschine, Blasformmaschine, aufweisend:

- Bewegliche Formelemente für die Formung eines Kunststoffteils
- zumindest ein Materialzuführungselement zum Hohlraum des Formelements
- einen elektrischen Antrieb für die Bewegung der Formelemente
- einen elektrischen Antrieb für das Materialzuführungselement
- einen elektrischen Antrieb für die Bewegung des Materialzuführungselements.

Aus der WO 91/00418 ist eine dem vorstehenden entsprechende Produktionsmaschine bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine entsprechende Produktionsmaschine technisch und kostenmäßig zu verbessern.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zumindest einer der elektrischen Antriebe als elektrischer Direktantrieb ausgebildet ist. Durch diese erfindungsgemäße Lösung wird vorteilhaft erreicht, daß die Antriebe mit der Maschinenmechanik ohne Kupplungselemente verbunden werden können. Der Einbau ist platzsparend und damit wirtschaftlicher. Weiterhin verbessert sich die Maschinendynamik.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die elektrischen Direktantriebe als Einbaumotoreinheiten ausgebildet sind. So ist eine besonders platzsparende Antriebskonstruktion möglich.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten permanenterregt ausgebildet sind. So wird eine besonders günstige Ausbildung der Einbaumotoreinheiten erreicht, und die Leistungsdichte des Antriebs erhöht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten als Synchronmotoreinheiten ausgebildet sind. So ergibt sich vorteilhaft die Einsatzmöglichkeit bekannter Werkzeugmaschinen-Regelungen und Steuerungen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten flüssigkeitsgekühlt ausgebildet sind. So ergibt sich eine besonders günstige Ausbildung der Kühlung. Die erreichbare Leistungsdichte ist hoch.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten ohne Übertragungsmittel, wie Riemen, Getriebe, Hydraulikelemente oder Zahnstange, arbeitend ausgebildet sind. So ergibt sich eine kompakte Konstruktion durch den Wegfall von Übertragungselementen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten massenminimiert ausgebildet sind. So ergibt sich vorteilhaft eine hohe Dynamik der Einbaumotoreinheiten.

In weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß anstelle von Synchronmotoreinheiten Asynchronmotoreinheiten vorgesehen sind. So ist die vorteilhafte Verwendung von besonders kostengünstigen Antriebseinheiten möglich.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten weitere Komponenten, wie Lagegeber, Kupplungsflansche oder Spannfutter aufweisen. So wird vorteilhaft ein einfach anzuschließender Kompletantrieb geschaffen.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgese-

hen, daß die Einbaumotoreinheiten luftgekühlt ausgebildet sind. So ergibt sich eine besonders einfache Kühlung.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einbaumotoreinheiten als Linearmotoren ausgebildet sind. So ergibt sich vorteilhaft eine besonders einfache Linear-Antriebseinheit für bewegliche Teile.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die erfindungsgemäßen Direktantriebe eine digitale Regelung aufweisen. So ist vorteilhaft die Verwendung üblicher Werkzeugmaschinensteuerungen und -Regelungen möglich.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die erfindungsgemäßen Direktantriebe eine digitale Regeleinheit mit analoger oder digitaler Schnittstelle für die Führungsgröße aufweisen. So ist vorteilhaft die Verwendung üblicher Sensoren mit analogen Ausgängen möglich.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist schließlich vorgesehen, daß die erfindungsgemäßen Direktantriebe eine digitale Schnittstelle aufweisen. So ist vorteilhaft eine Einbindung in übliche digitale Steuer- und Regelsysteme möglich.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert aus denen ebenso wie aus ihrer Beschreibung auch weitere erfinderische Einzelheiten entnehmbar sind. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einbaumotoreinheit in der Ausführung mit einem permanenterregten Synchronmotor in 3D-Darstellung,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Einbaumotoreinheit und

Fig. 3 das erfindungsgemäße Kontrollsystem.

In Fig. 1 ist mit 1 der Motorteil der Einbaueinheit bezeichnet. 2 bezeichnet einen Montageflansch und 3 die Hohlwelle. Es ergibt sich eine kompakte Konstruktion durch Wegfall von Riemen, Getriebe, Hydraulikkomponenten und Kupplungen. Hohe Leistungsdichte durch Flüssigkeitskühlung. Hohe Genauigkeit am Werkstück durch steifen Antriebsstrang. Ein zusätzlicher Lagegeber entfällt. Einfache Spindelkonstruktion mit 90% weniger Verlustleistung im Rotor, d. h. wesentlich geringere Lagererwärmung. Höherer Wirkungsgrad und weniger Kühlleistung.

Weiterhin ergibt sich eine kompaktere Maschinenkonstruktion mit einem höheren Drehmoment (ca. 60%) bei gleichem Aktivteilvolumen. Die Folge sind bessere Arbeitsergebnisse.

Die thermische Ausnutzbarkeit ist bei Nenndrehzahl um bis zu 70% und bei Maximaldrehzahl bis zu 100% höher. Dabei liegt eine höhere Überlastbarkeit (keine Kippgrenze) und geringere Nebenzeiten von ca. 50% vor.

In Fig. 2 bezeichnet 4 die Hohlwelle, 5 den Läufer, 6 die Hülse, 7 den Luftspalt und 8 den Ständer einer erfindungsgemäßen Einbaumotoreinheit in permanenterregter Bauart.

Allgemein ist zu den Einbaumotoreinheiten in permanenterregter Ausführung folgendes zu bemerken:

Die erheblich reduzierte Wärmeentwicklung kommt der Spindelausdehnung und -lagerung zugute. Die Läuferverlustleistung ist bei gleicher Nennleistung - gegenüber einer Asynchronmaschine um ca. 90% reduziert. Der Rotor wird lediglich von der Reibung der Lager und den Dichtelelementen erwärmt. Dazu kommt noch die Luftreibung sowie die Wärme der Wicklung bzw. Wickelköpfe, die durch Konvektion übertragen wird. Außerdem ist der Kühlaufwand gering. Ein nicht zu vernachlässigender Punkt, wenn man 1 Watt Kühlleistung mit einer DM an Aufwand zugrundelegt.

Die Aufstellfläche der Maschine, die reduziert werden kann, ist ein wichtiger Gesichtspunkt. Im unteren Drehzahlbereich ist die Drehmomentdichte gegenüber der Asyn-

chronmaschine um bis zu 80% höher.

Die Produktivität der Maschine steigt sowohl durch eine höhere Leistungsdichte (bei gleichem Bauvolumen) im oberen Drehzahlbereich, was kürzere Nebenzeiten (z. B. Hochlauf) bringt, als auch durch die Reduzierung des Massenträgheitsmomentes bei gleicher Leistung. Besonders vorteilhaft ist die Möglichkeit, entsprechende Einbaumotoreinheiten in der Ausführung als Standardantriebseinheiten zu verwenden. Diese Standardantriebseinheiten sind bekannt und werden unter dem Markennamen "SIMODRIVE 1FE" von der Siemens AG vertrieben. Zum Betrieb entsprechender Einbaumotoren steht eine entsprechende Regelungssoftware zur Verfügung. Diese Software ist auf den heute bekannten Hardwarekomponenten des SIMODRIVE 611 lauffähig. Zum Einsatz kommen FE-Einbaumotoren mit der CNC-Steuerung SINUMERIK 840D und dem Umrichtersystem SIMODRIVE 611 mit digitaler Regelung. Bei diesen Komponenten handelt es sich um Erzeugnisse der Firma Siemens AG, die bisher noch nicht für den Antrieb von Kunststoffmaschinen verwendet wurden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, das Einrichten, Bedienen und Beobachten der Maschine zu verbessern um so den bestmöglichen Gebrauch von den Direktantrieben zu machen. Dazu dient eine verbesserte Kontrolle des Bedienungspersonals in Bezug auf die Auswirkungen getroffener Änderungs- und Einstellmaßnahmen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die aus der US-PS 5 062 052 bekannte Datenverbindung zwischen Industrie-PC und der oder den Kunststoffmaschinen durch eine drahtlose Datenverbindung ersetzt oder zumindest ergänzt ist. So wird die räumliche Beziehung zwischen Industrie-PC und Kunststoffmaschine beliebig ausgestaltbar.

Der Monitor des Industrie-PC und die jeweilige Funktionseinheit können in eine Blickrichtung gebracht werden, wobei sich der Bedienungsmann der Funktionseinheit beliebig nähern kann. Ein weiterer wesentlicher Vorteil.

Die Fesseln, die eine Verdrahtung des Kontrollsystems auferlegen, entfallen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die drahtlose Verbindung als Funkverbindung ausgebildet ist. Eine Funkverbindung, insbesondere auf dem Frequenzbereich der Inhouse-Telefonverbindungen, aber auch durch eine Funkverbindung im Mikrowellenbereich o. ä. ist besonders günstig mit handelsüblichen Komponenten realisierbar. Hierdurch ergeben sich sogar geringere Kosten als bei einer Verdrahtung.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die drahtlose Verbindung als Infrarotverbindung ausgebildet ist. Auch eine Infrarotverbindung ist durch handelsübliche Komponenten realisierbar, wie sie z. B. in der Bürokommunikation oder im Hausbereich benutzt werden. Vorteilhaft ist bei einer Infrarotverbindung die hohe Störsicherheit.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Industrie-PC als mobile Einheit ausgebildet ist. Hierdurch kann in besonders günstiger Weise von den Vorteilen Gebrauch gemacht werden, die sich aus der drahtlosen Verbindung ergeben. Es ist dabei insbesondere vorgesehen, daß der Industrie-PC als tragbare Einheit ausgebildet ist. So ist eine vollständige Beweglichkeit des Industrie-PC gegeben, so daß eine direkte Inaugenscheinnahme des Erfolgs der getroffenen Maßnahmen durch den Bedienungsmann möglich ist. Die Durchführung von Einstellvorgängen aller Art wird hierdurch weiter verbessert.

Es ist weiterhin vorgesehen, daß der Industrie-PC auch eine drahtlose Datenverbindung zur Maschinenbeschickungskomponenten und Maschinenentnahmekomponenten aufweist. So können auch diese in einem einheitlichen Vor-

gang mit der Maschine selbst eingestellt werden, wobei bei der direkten Inaugenscheinnahme der Wirkung der getroffenen Maßnahmen für die Maschinenbeschickungskomponenten und Maschinenentnahmekomponenten der sich ergebende Zeitvorteil noch größer ist, als bei den Maschinen selbst.

Es ist vorgesehen, daß die Datenverbindung Regeldaten und Steuerdaten austauscht. Hierdurch wird vorteilhaft eine Kontrolle erreicht, wie sie bisher mit den festverdrahteten Kontrollsystemen erreicht wurde. Die Funktionalität der bisherigen Kontrollsysteme kann also erhalten bleiben.

Es ist weiterhin vorgesehen, daß die Datenverbindung Einrichtdaten für die Maschine austauscht, sowie daß die Einrichtdaten auch die Maschinenkomponenten betreffen. So ist eine vollständige direkte Kontrolle aller Einrichtvorgänge an der Kunststoffmaschine und an Gruppen von Kunststoffmaschinen möglich. Der getroffenen Maßnahmen können sofort auf ihren Erfolg überprüft werden. Dies geschieht durch direkte Inaugenscheinnahme aus nächster Entfernung und ermöglicht so eine bisher unerreichte gute und schnelle Einstellung und Einrichtung der Maschinen. So wird der schnelle Direktantrieb vorteilhaft ergänzt.

Die Kunststoffmaschinen selbst und ihre Funktionseinheiten sind vorteilhaft als relativ autonom arbeitende Maschinen ausgebildet. Die Funktion des Industrie-PC kann so im wesentlichen auf das Einrichten und Beobachten beschränkt werden. Der Datenverkehr wird so erheblich reduziert.

In Fig. 3 bezeichnet 11 den Bedienungsmann mit einem tragbaren Industrie-PC 12. Der tragbare Industrie-PC 12 kann vorteilhaft ein handelsüblicher Laptop sein, der an einer Tragschleife getragen wird. Es ist aber auch ebenso möglich, einen Industrie-PC zu verwenden, der unter einem Flachbildschirm angeordnet ist, der als Touch-Screen ausgebildet ist und/oder Bedienungselemente auf dem Rand oder in einem separaten Tastenfeld aufweist.

Der tragbare Industrie-PC 12 weist eine Antenne 13 auf, die mit einer Antenne 14 an der Kunststoffmaschine in Verbindung steht. Zwischen beiden wird die erfindungsgemäße drahtlose Verbindung aufgebaut. Falls eine IR-Verbindungsstelle der Funkverbindung verwendet wird, werden anstelle der Antennen entsprechende IR-Komponenten verwendet. Das gleiche gilt für eine Übertragung der Daten mittels Mikrowellen.

In Fig. 3 ist als Ausführungsbeispiel einer Kunststoffmaschine eine Spritzgießmaschine 15 gezeigt. Die Spritzgießmaschine 15 weist einen Antrieb 16 mit einem Getriebe 17 auf, sie kann aber ebenso gut getriebeles, z. B. mit dem erfindungsgemäßen umrichter-versorgten Direktantrieb, ausgerüstet sein. Die Spritzgießmaschine selbst weist eine Spritzeinheit 18 und einen symbolisch gekennzeichneten Beschickungs- und Entnahmeroboter 19 auf. An diesem ist gegebenenfalls noch eine separate Ein/Ausschalttastatur 20 mit weiteren Eingabemöglichkeiten angeordnet. Die Schließereinheit der Spritzgießmaschine ist mit 21 bezeichnet. Die Antenne 14, die ebenso wie die Antenne 13 dem bidirektionalen Datenverkehr dient, wird vorteilhaft an dem Ende der Spritzgießmaschine angeordnet, an dem die geringsten EMV-Probleme zu erwarten sind.

Der tragbare Industrie-PC 12 kann als Hauptkontrolleinrichtung ausgebildet sein. Ebenso kann er jedoch als drahtlos Daten austauschende Unterstation einer Zentralstation ausgebildet sein.

Es ist dabei natürlich auch möglich, die Vorteile des Direktantriebs in Verbindung mit einem teilweise oder vollständig drahtgebundenen Datenaustausch zu nutzen.

1. Produktionsmaschine für den Einsatz in der Kunststoffindustrie, wie Kunststoffspritzgießmaschine, Extrusionsmaschine, Blasformmaschine, aufweisend: 5
 - bewegliche Formelemente für die Formung eines Kunststoffteils
 - zumindest ein Materialzuführungselement zum Hohlraum der Formelemente
 - einen elektrischen Antrieb für die Bewegung der Formelemente 10
 - einen elektrischen Antrieb für das Materialzuführungselement
 - einen elektrischen Antrieb für die Bewegung des Materialzuführungselements 15

dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einer der elektrischen Antriebe als elektrischer Direktantrieb ausgebildet ist.
2. Produktionsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Direktantriebe als Einbaumotoreinheiten ausgebildet sind. 20
3. Produktionsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten permanentertregt ausgebildet sind.
4. Produktionsmaschine nach Anspruch 2, oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten als Synchron-Motoreinheiten ausgebildet sind. 25
5. Produktionsmaschine nach Anspruch 2, 3, oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten flüssigkeitsgekühlt ausgebildet sind. 30
6. Produktionsmaschine nach Anspruch 2, 3, 4, oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten ohne Übertragungsmittel, wie Riemen, Getriebe, Hydraulikelemente oder eine Zahnstange, arbeitend ausgebildet sind. 35
7. Produktionsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten massenminimiert ausgebildet sind.
8. Produktionsmaschine nach einem der Ansprüche 2, 3, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten als Asynchron-Motoreinheiten ausgebildet sind. 40
9. Produktionsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten Zusatz-Komponenten, wie Lagegeber, Kupplungsflansche oder Spannfutter aufweisen. 45
10. Produktionsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4 oder 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten luftgekühlt ausgebildet sind. 50
11. Produktionsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaumotoreinheiten als Linearmotoren ausgebildet sind. 55
12. Produktionsmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktantriebe eine digitale Regelung aufweisen. 60
13. Produktionsmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktantriebe eine digitale Regeleinheit mit analoger Schnittstelle aufweisen.
14. Produktionsmaschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktantriebe eine digitale Regeleinheit mit digitaler Schnittstelle aufweisen. 65
15. Einrichtung mit einem Industrie-PC zum Einrich-

- ten, Bedienen und Beobachten von Maschinen zur Herstellung von Kunststoffprodukten, z. B. von Kunststoffspritzgießmaschinen, wie Extrusionsmaschinen oder Blasformmaschinen, wobei zwischen dem Industrie-PC und den Maschinen Datenverbindungen vorhanden sind, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Drahtverbindungen durch eine drahtlose Datenverbindung ersetzt oder zumindest ergänzt sind.
16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die drahtlose Datenverbindung als Funkverbindung ausgebildet ist.
17. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die drahtlose Datenverbindung als Infrarotverbindung ausgebildet ist.
18. Einrichtung nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Industrie-PC als mobile Einheit ausgebildet ist.
19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Industrie-PC als tragbare Einheit ausgebildet ist.
20. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Industrie-PC auch eine drahtlose Datenverbindung zu Beschickungskomponenten und Entnahmekomponenten der Maschinen aufweist.
21. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Industrie-PC und den Maschinen ausgetauschten Daten Parametrierdaten und Einstelldaten sind.
22. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Industrie-PC und den Maschinen ausgetauschten Daten Regeldaten und Steuerdaten sind.
23. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmaschinen und/oder ihre Funktionseinheiten als nach Einstellung und Produktionsdateneingabe autonom arbeitende Maschinen ausgebildet sind.
24. Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der tragbare Industrie-PC als Substation einer Zentralstation ausgebildet ist, wobei die Zentralstation vorzugsweise die Kontrolle über die Zusammenarbeit von Maschinen und Funktionseinheiten übernimmt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

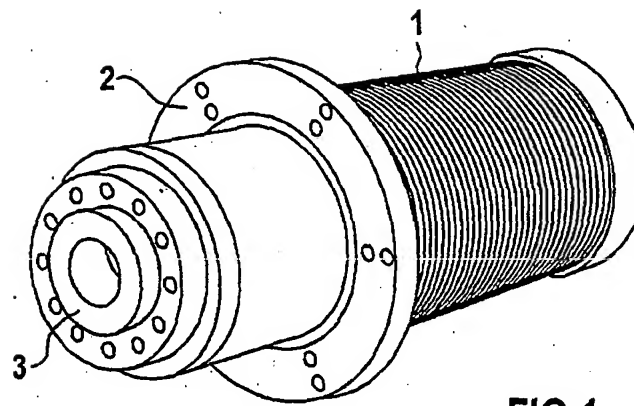


FIG 1

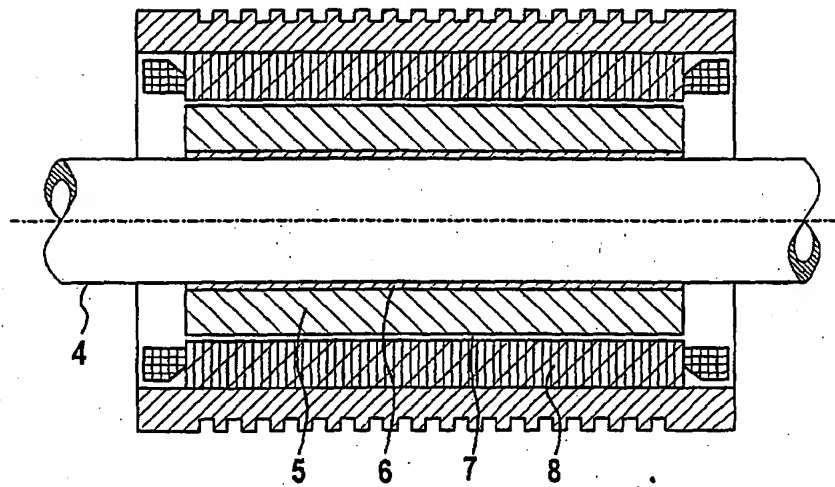


FIG 2

